

NASKAH PUBLIKASI

**PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI ASAM
SULFAT DAN KAOLIN KAPASITAS 20.000 TON PER TAHUN**



Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Sarjana Teknik
Strata Satu Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

Warih Nurtyasti

D 500 110 018

Dosen Pembimbing :

Ir. Haryanto AR, M.S

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

2016

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/ tugas akhir:

Nama : Ir. Haryanto AR., M. S

NIP : 196307051990031002

Telah membaca dan mencermati naskah publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/ tugas akhir dari mahasiswa :

Nama : Warih Nurtyasti

NIM : D500 110 018

Program studi : Teknik Kimia

Judul skripsi/ tugas akhir : Prarancangan Pabrik Aluminium Sulfat dari Asam Sulfat dan Kaolin Kapasitas 20.000 Ton/Tahun.

Surakarta, 4 Februari 2016

Dosen Pembimbing



Ir. Haryanto AR., M. S
NIP . 196307051990031002

INTISARI

Aluminium Sulfat umumnya dikenal sebagai tawas, dapat digunakan sebagai kontrol pH dari pengolahan air, bahan pengendap, pelekat kertas dan penyamak kulit hewan dengan cara menghilangkan lemak dan minyak yang terdapat pada kulit tersebut. Dalam kurun waktu lima tahun terakhir aluminium sulfat mengalami peningkatan, terlebih pada bagian ekspor produk, ini menandakan bahwa kebutuhan Aluminium Sulfat tidak hanya dibutuhkan oleh pabrik dalam negeri, bahkan pabrik pabrik luar negeri membutuhkan produk Aluminium sulfat.

Aluminium sulfat didapatkan dengan cara mereaksikan asam sulfat dan kaolin. Reaksi terjadi pada suhu 90 °C pada tekanan 1 atm. Produk aluminium sulfat yang dihasilkan sebanyak 2.525,252 kg/jam, untuk menghasilkan produk sesuai perhitungan, maka dibutuhkan bahan baku asam sulfat sebanyak 3.797,603 kg/jam dan kaolin sebanyak 1.317,536 kg/jam. Unit pendukung proses (utilitas) meliputi penyediaan air pendingin 17.161,093 kg/jam, air untuk kebutuhan *steam* sebesar 522,750 kg/jam yang diproduksi dari *boiler* dengan bahan bakar solar sebesar 148,730 L/jam, air untuk sanitasi sebesar 2.059,260 kg/jam. Pabrik aluminium sulfat membutuhkan listrik sebesar 466,580 kW diperoleh dari PLN dan disediakan sebuah *generator set* sebagai cadangan. Kebutuhan udara tekan sebesar 30 m³/jam. Pabrik ini direncanakan didirikan di Purwakarta, Jawa Barat pada tahun 2020 dengan luas tanah 9.869 m² dan memerlukan karyawan 150 orang.

Pabrik aluminium sulfat ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 183.447.950.599 dan modal kerja sebesar Rp 25.465.339.428. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum dan sesudah pajak adalah Rp 64.353.544.264 dan Rp 48.265.158.198. *Return on Investment* (ROI) sebelum dan setelah pajak, 35,1% dan 26,3%. *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak, selama 2,22 tahun dan 2,75 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 49,71%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 28,21%, *Discounted Cash Flow* (DCF) terhitung sebesar 40,83%. Dari data analisis kelayakan dapat disimpulkan, bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

ABSTRACT

Aluminum Sulfate is commonly known as alum, can be used as a control pH of the water treatment, precipitating materials, adhesive paper and tanning animal skin by removing fats and oils contained in the skin. Within five years of aluminum sulphate has increased, especially in the export product, this signifies that the needs of Aluminium Sulphate is not only needed by the factories in the country, and even overseas factories need products Aluminium sulphate.

Aluminium sulphate is obtained by reacting sulfuric acid and kaolin. The reaction occurs at a temperature of 90 ° C at a pressure of 1 atm. Aluminum sulfate products produced as much as 2525.252 kg / hour, to produce the products according to the calculation, the required raw materials as much sulfuric acid 3797.603 kg / h and kaolin as much as 1317.536 kg / hour. Process support unit (utility) covers the supply of cooling water 17161.093 kg / hour, the water to steam demand of 522.750 kg / hour produced from boilers with diesel fuel amounted to 148.730 L / h, water for sanitation amounted to 2059.260 kg / hour , Aluminum sulphate factory needs electricity amounted to 466.580 kW obtained from PLN and provided a generator set as a backup. Compressed air requirement of 30 m³ / h. The factory is planned to set up in Purwakarta, West Java in 2020 with a land area of 9,869 m² and require employees 150 people.

Aluminum sulphate factory uses fixed capital of USD 183 447 950 599 and working capital of Rp 25,465,339,428. From the economic analysis of this plant demonstrates profit before and after tax was Rp 64,353,544,264 and Rp 48,265,158,198. Return on Investment (ROI) before and after tax, 35.1% and 26.3%. Pay Out Time (POT) before and after taxes, for 2.22 years and 2.75 years. Break Even Point (BEP) amounted to 49.71%, Shut Down Point (SDP) amounted to 28.21%, Discounted Cash Flow (DCF) accounted for 40.83%. Feasibility analysis of the data it can be concluded that the plant is feasible to set.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan suatu negara yang sangat subur dan kaya akan hasil pertanian serta perikanannya, selain hal tersebut Indonesia memiliki aset kekayaan hasil tambang dan galian yg tidak banyak dimiliki oleh negara negara lain di dunia. Salah satunya hasil galian Kaolin yg merupakan bahan baku untuk pembuatan Aluminium Sulfat $[Al_2(SO)_4]_3$.

Kaolin merupakan batuan berwarna putih semacam tanah liat yg mempunyai manfaat untuk mengobati diare dan peradangan kulit tertentu, selain hal tersebut kaolin dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan Aluminium Sulfat karena kandungan kaolin terdapat lapisan Aluminium silikat. Di Indonesia ketersediaan kaolin cukup banyak terdapat di daerah Bangka, Belitung, Lampung, Jawa Barat, dan masih banyak terdapat di daerah Kalimantan dan Sulawesi.

Data Badan Pusat Statistik mengenai ekspor impor produk Aluminium Sulfat dalam kurun waktu lima tahun terakhir dari tahun 2010 – 2014 mengalami peningkatan, terlebih pada bagian ekspor produk, ini menandakan bahwa kebutuhan Aluminium Sulfat tidak hanya dibutuhkan oleh pabrik dalam negeri, bahkan pabrik pabrik luar negeri membutuhkan produk Aluminium sulfat. Maka dari itu salah satu pertimbangan pembuatan pabrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan pasokan dalam dan luar negeri, namun dalam hal ini lebih kami utamakan kebutuhan dalam negeri sendiri.

1.2. Kapasitas Pabrik

Menurut data Badan Pusat Statistik dalam lima tahun terakhir ini jumlah ekspor Aluminium Sulfat mengalami peningkatan, meskipun terdapat penurunan pada tahun 2013 ke tahun 2014. Berikut data ekspor Aluminium Sulfat selama lima tahun terakhir.

Tabel 1. Data Ekspor dan Impor Aluminium Sulfat

No	TAHUN	JUMLAH EKSPOR (TON)	JUMLAH IMPOR (TON)
1	2010	22.335,000	247,188
2	2011	41.202,714	215,894
3	2012	63.537,782	463,082
4	2013	59.831,413	243,369
5	2014	52.644,028	200,823

(BPS, 2010-2014)

Berikut adalah data pabrik Aluminium Sulfat di Indonesia :

Tabel 2. Data Jumlah Kapasitas Pabrik Aluminium Sulfat di Indonesia

No	Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Dunia Kimia Utama	30.000
2	PT. Indonesia Acid Industri	44.600
3	PT. Liku Telaga	161.400
4	PT. Mahkota Indonesia	45.000
5	PT. Aktif Indonesia Indah	20.868

(PT. Lautan Luas Tbk, 2010)

Tabel 3. Data Pabrik Aluminium Sulfat di Dunia

No	Negara Asal	Pabrik	Kapasitas (Ton)
1	Cina	Sanghai Yixin Chemical Co.,Ltd	1.000.000
2	Hongkong	Hongkong Vilia Chemical.Ltd	12.000
3	Malaysia	Yucheng Jinhe Industry Co.,Ltd	134.500
4	Bangladesh	Total Link Corporation	200.000

(Alibaba, 2014)

Bahan baku yg digunakan adalah Kaolin dan Aluminium Sulfat, bahan bahan tersebut dapat diperoleh dari pabrik pabrik di bawah ini :

- Asam Sulfat dapat diperoleh dari pabrik PT Indonesian Acids Industry dengan kapasitas 82.500 ton/tahun
- Kaolin dapat diperoleh dari pabrik PT Asia Kaolin Raya dengan kapasitas 36.000 ton/tahun.

Dari pertimbangan pertimbangan di atas dan melihat persediaan bahan baku dari pembuatan Aluminium Sulfat maka perkiraan kapasitas produksi Prarancangan Pabrik Aluminium Sulfat pada tahun 2020, sebesar 20.000 ton/tahun.

1.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Dalam mendirikan suatu pabrik salah satu faktor yang harus diperhatikan adalah pemilihan lokasi berdirinya pabrik, pemilihan lokasi berdirinya pabrik harus sesuai pertimbangan pemasaran produk, lokasi penghasil bahan baku, keperluan utilitas, tenaga kerja, transportasi. Berdasarkan pertimbangan – pertimbangan tersebut maka lokasi pendirian pabrik aluminium sulfat terletak di Purwakarta, Jawa Barat.

1.4. Pemilihan Proses

Proses pembuatan aluminium sulfat dapat digunakan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut :

a. Asam sulfat dan kaolin

Dengan cara mencampurkan asam sulfat dan kaolin menjadi satu maka akan terbentuk aluminium sulfat

b. Guillini

Dengan cara mencampurkan aluminium hidroksida dan asam sulfat maka akan terbentuk aluminium sulfat.

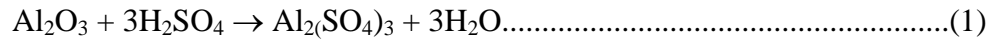
Tabel 4. Perbandingan Proses Pembuatan Aluminium Sulfat

No	Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
1	Kaolin dan Asam Sulfat	1. Bahan baku di Indonesia cukup melimpah 2. Kemurnian produk yaitu 85 % 3. Kondisi operasi dengan tekanan 1 atm dan suhu 90°C	1. Proses berjalan dengan eksotermis
2	Guilini	1. Konversi yg dihasilkan 80%	1. Kondisi operasi tinggi dengan tekanan 5-6 atm dan suhu 170°C 2. Bahan baku sulit didapatkan

DESKRIPSI PROSES

2.1. Dasar Reaksi

Proses pembuatan Aluminium Sulfat adalah dengan mencampurkan kaolin dengan asam sulfat. Berikut reaksi yang terjadi saat pembentukan aluminium sulfat :



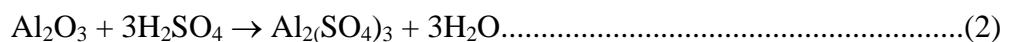
2.2. Kondisi Operasi

Reaksi utama yang menghasilkan aluminium sulfat merupakan reaksi padat cair, bersifat isothermal dan irreversible. Reaksi berjalan selama 180 menit pada suhu 90 °C konversi reaksi menunjukkan 85 %. Perbandingan mol reaktan (kaolin : asam sulfat) adalah 1:3, dimana asam sulfat dibuat berlebih karena konversi aluminium sulfat akan meningkat apabila konsentrasi asam sulfat meningkat.

2.3. Tinjauan Termodinamika

Dalam hal ini tinjauan termodinamika untuk menentukan kondisi operasi reaksi, apakah reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis maka perlu adanya pembuktian dengan menggunakan perhitungan panas pembentukan standar pada tekanan 1 atm dan suhu 298 K.

Reaksi pembentukan Aluminium sulfat dari asam sulfat dan kaolin adalah sebagai berikut :

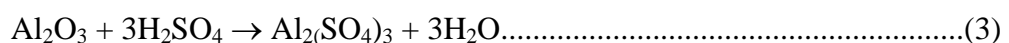


ΔH_f 298 yang didapatkan adalah sebagai berikut :

ΔH_f 298 Al_2O_3	=	-1675,700 kjoule/mol
ΔH_f 298 H_2SO_4	=	-735,130 kjoule/mol
ΔH_f 298 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	=	-3440,800 kjoule/mol
ΔH_f 298 H_2O	=	-241,800 kjoule/mol

(Yaws, 1999)

Reaksi :



$$\begin{aligned} \Delta H_f 298 &= \Sigma \Delta H_f \text{ Produk} - \Sigma \Delta H_f \text{ Reaktan} \\ &= ((3 \times (-241,8)) + (-3440,8)) - ((3 \times (-735,13)) + (-1675,7)) \\ &= -285, 11 \text{ kjoule/mol} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan hasil negatif (-) maka dapat diketahui bahwa reaksi pembentukan aluminium sulfat dari asam sulfat dan kaolin bersifat eksotermis, menghasilkan nilai negatif ini berarti reaksi ada pembebasan panas.

Untuk selanjutnya kondisi operasi dari reaksi pembentukan aluminium ditinjau dari harga kesetimbangan dari persamaan energy Gibbs yaitu sebagai berikut :

$$\ln K = \frac{-\Delta G}{RT} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

K = konstanta keseimbangan

G = energi bebas Gibbs (kj/mol)

R = konstanta gas (kj/mol.K)

T = temperature (K)

ΔG°_{298} yang didapatkan adalah sebagai berikut :

$$\Delta G^\circ_{298} \text{ Al}_2\text{O}_3 = -1582,476 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{298} \text{ H}_2\text{SO}_4 = -744,828 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{298} \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 = -3190,026 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{298} \text{ H}_2\text{O} = -229,467 \text{ kjoule/mol}$$

(Yaws, 1999)

$$\Delta G^\circ_{298} = \Sigma \Delta G^\circ \text{ Produk} - \Sigma \Delta G^\circ \text{ Reaktan}$$

$$= ((3 \times (-229,467)) + (-3190,026)) - ((3 \times (-744,828)) + (-1582,476))$$

$$= -61,467 \text{ kjoule/mol}$$

$$= -61467 \text{ joule/mol}$$

$$\ln K = \frac{-\Delta G}{RT} \dots\dots\dots(5)$$

$$= \frac{-(-61467)}{8,314 \times 298}$$

$$\ln K = 24,80936982$$

$$K = 6 \times 10^{10}$$

Harga nilai K sangat besar, sehingga dianggap bahwa reaksi pembentukan aluminium sulfat merupakan reaksi *irreversible* atau reaksi satu arah.

SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. Centrifuge

Kode alat	:	H-120
Fungsi	:	memisahkan padatan dan cairan dari produk keluar reaktor. Input centrifuge-01 sebanyak 5.057,059 kg/jam. Output padatan sebanyak 1.075,885 kg/jam dan cairan sebanyak 3.981, 174 kg/jam
Tipe	:	<i>Sedimenting centrifuge nozzle discharge</i>
Spesifikasi	:	
a. Diameter bowl	:	10 in
b. Panjang bowl	:	30 in
c. Putaran	:	10000 rpm
d. Power	:	20 Hp
e. Bahan alat	:	<i>Stainless steel SA 167 Grade 3</i>
Harga	:	US \$ 49.002

3.2. Kristalizer

Kode alat	:	S-130
Fungsi	:	mengkristalkan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sebanyak 1.329,262 kg/jam dan H_2O sebanyak 1.693,785 kg/jam menjadi $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 2.570,838 kg/jam
Tipe	:	<i>Swenson walker</i>
Spesifikasi	:	
a. Bahan konstruksi	:	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
b. Rate volumetrik	:	3921,785 kg/jam
c. Kapasitas	:	84,826 ft ³ /jam
d. Panjang	:	4,1164 m
e. Diameter	:	0,9114 m
f. Luas penampang	:	127,219 ft ²
g. Power	:	0,333
Harga	:	US \$ 118.519

3.3. Reaktor

Kode alat	:	R-100
-----------	---	-------

Fungsi : mereaksikan H_2SO_4 sebanyak 3.797,603 kg/jam dengan Al_2O_3 sebanyak 1.317,536 kg/jam menjadi $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sebanyak 1.329,262 kg/jam dengan konversi reaksi sebesar 61 %

Tipe : reaktor RATB/CSTR tangki berpengaduk

Kondisi operasi : beroperasi pada suhu 90 °C, tekanan 1 atm

Kapasitas : 3.261,0777 L

P design : 19,4337 psi

Dimensi silinder

a. Diameter dalam : 1,6637 m

b. Diameter luar : 1,6764 m

c. Tinggi : 1,6637 m

d. Tebal : $\frac{1}{4}$ in

Tutup

a. Jenis : *Torispherical dished head*

b. Tebal : $\frac{1}{5}$ in

c. Tinggi : 0,2811 m

d. Tinggi reaktor total : 2,3116 m

Pengaduk

a. Jenis : Six blade disk

b. Jumlah : 2 buah

c. Diameter : 0,555 m

d. Kecepatan : 114,8541219 rpm

e. Power : 5,2 Hp

Perancangan koil

a. Tinggi liquid : 5,4 ft

b. Tinggi lilitan koil : 4,8517 ft

c. ID tangki : 5,4583 ft

d. D lilitan koil : 3,8208 ft

e. Jumlah lilitan : 12 lilitan

Harga : US \$ 111.016

MANAJEMEN PERUSAHAAN

Bentuk perusahaan yang akan didirikan adalah Perseroan Terbatas (PT). Perusahaan dapat berjalan lancar dengan syarat setiap pegawai perusahaan menjalankan tugasnya sesuai dengan struktur organisasi yang telah ditetapkan. Struktur organisasi yang akan digunakan adalah sistem *line and staff*.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan sistem line and staff, yaitu (Krisna, 2009) :

1. *Line*, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. *Staff*, yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini untuk memberikan saran kepada unit-unit operasional.

Kelebihan yang dimiliki struktur organisasi sistem line and staff adalah sebagai berikut (Krisna, 2009) :

1. Adanya pembagaaian tugas yang jelas antara kelompok lini yang melaksanakan tugas pokok dan kelompok staff yang menjelaskan tugas penunjang.
2. Bakat yang berbeda-beda dari anggota organisasi dapat berkembang menjadi spesialisasi.
3. Koordinasi mudah dijalankan dalam setiap kelompok kerja golongan karyawan.
4. Penerapan prinsip "*the right man on the right place, doing the right job on the right time*" lebih mudah dijalankan
5. Disiplin serta moral biasanya tinggi karena tugas yang dilaksanakan seseorang biasanya sesuai dengan bakat, pendidikan dan pengalaman.

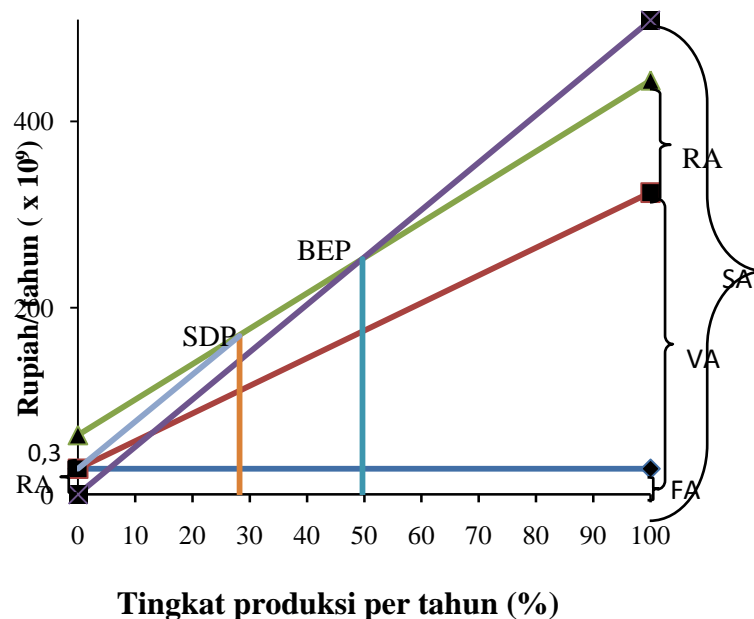
ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dirancang dengan tujuan untuk memperkirakan dan menganalisis rancangan pabrik yang akan didirikan akan memberikan keuntungan ataupun tidak.

Pabrik aluminium sulfat digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan atmosferis. Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Keuntungan pabrik aluminium sulfat sebelum dan sesudah pajak Rp 64.353.544.264 per tahun dan Rp 48.265.158.198 per tahun.
2. ROI (*Return on investment*) sebelum dan sesudah pajak 35,1 % dan 26,3 %.
3. POT (*Pay out time*) sebelum dan sesudah pajak 2,22 tahun dan 2,75 tahun.
4. BEP (*Break even point*) adalah 49,71 % dan SDP (*Shut down point*) adalah 28,21 %.
BEP untuk pabrik kimia umumnya berkisar antara 40% - 60%.
SDP untuk pabrik kimia umumnya berkisar antara 20% – 30 %.
5. DFC (*Discounted cash flow*) adalah 40,84 %.

Dari data hasil analisis di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik aluminium sulfat layak untuk didirikan.



Keterangan gambar: Fa : *Fixed Expense*
Ra : *Regulated Expense*
Sa : *Sales*
Va : *Variable Expense*

Gambar 1. Grafik Analisis Kelayakan

DAFTAR PUSTAKA

- Andy. 2009. *Pengolahan Air Umpan Boiler*. aplikasiteknikkimia/2015/11/penolahanair-umpan-boiler-html. Diakses pada tanggal 28 November 2015 pukul 14:47 WIB
- Aries, R., dan Newton, R. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw Hill Book Company
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Statistic Indonesia*. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 26 Februari 2015 pukul 12:22 WIB
- Brown, G.G., 1950, *Unit Operations*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, “*Process Equipment Design*”, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Chemical Online. 2015. *Cost index cemichal plant*. <http://www.chemicalonline.com/cost-index-chemical-plant>. Diakses pada tanggal 12 Desember 2015 pukul 16:23 WIB
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering* Vol. 6, Pergamon Press, Oxford.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., and Clark, R.L., 1957, *Industrial Chemistry*, John Wiley and Sons, London
- Isyamanda M.H.,. 2011. *Produksi Aluminium Sulfat Dari Kaolin dan Asam Sulfat Dalam Reaktor Berpengaduk Menggunakan Proses Kering*. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, Mc. Graw-Hill International Book Company Inc., New York.
- Kirk, R. E., dan Othmer, D. F. (1998). *Encyclopedia of Chemical Technology* (4th ed.). New York: The Interscience Encyclopedia Inc.
- Krisna. 2009. *Struktur Organisasi Dalam Suatu Perusahaan*. <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2015/12/strukturorganisasi>. Diakses pada tanggal 10 Desember 2015 pukul 11:12 WIB
- Kubelka, P. 1934. *Patent No (3226188)*. US Patent
- Matche. 2015. *matche equipment*. <http://www.matche.com/equipmentcost/html>. Diakses pada tanggal 14 Desember 2015 pukul 10:17 WIB